

⑬ 日本国特許庁 (JP)

⑭ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報 (A)

昭57-30389

⑥ Int. Cl.⁹
H 01 L 33/00
/ H 01 L 31/04
31/12

識別記号

庁内整理番号
7739-5F
7021-5F
7377-5F

⑬ 公開 昭和57年(1982) 2月18日

発明の数 1
審査請求 未請求

(全 5 頁)

⑮ 送受信兼用光半導体素子を用いた光通信装置

東京都港区芝五丁目33番1号日
本電気株式会社内

① 特 願 昭55-105581
② 出 願 昭55(1980) 7月31日
⑦ 発 明 者 鹿田實

④ 出 願 人 日本電気株式会社
東京都港区芝5丁目33番1号
③ 代 理 人 弁理士 芦田坦 外2名

明 細 書

1. 発明の名称

送受信兼用光半導体素子を用いた光通信装置

2. 特許請求の範囲

1. 少なくとも光の入出する部分⁹を除く¹⁰電極層の第1の電極層との接続を有している第1導電形の第1の半導体層、前記部分を通して光を発するための第1の禁制帯幅を有する発光用活性層、少なくとも前記部分とは重ならない第2の電極層に接続を保つ第2導電形の中間の半導体層、禁制帯幅が前記第1の禁制帯幅より広い第3の電極層に接続を保つ第1導電形の第2の半導体層を順に含み、而して前記第1導電形の第1および第2の半導体層のいずれか一方が基板の一部もしくは全部を形成するようにした送受信兼用光半導体素子と、前記第1の電極層と第2の電極層の間に前記発光用活性層に順方向になるように信号電流を印加して光信号を前記部分から送出させる送受信電流回路と、前記第2の電極層および第3の電極層

の間に前記受光用活性層に逆バイアスになるような電圧を印加して光検知器として動作させるが、前記発光用活性層が前記信号電流を印加されている間は光検知器としての検知出力を発生しめないようにした受信用電気回路とを備えた送受信兼用光半導体素子を用いた光通信装置。

3. 発明の詳細な説明

本発明は光ファイバ通信装置、特にひとつの光半導体素子を用いて、時分割で、信号光を送信及び受信する送受信兼用光半導体素子を用いた光通信装置に関するものである。

ひとつの光半導体素子で、時分割で信号光を送信及び受信する光ファイバ通信装置は、1本の光ファイバとその両端に接続した2個の光半導体素子で簡単に双方向通信ができるので、特に簡易なデータ通信には有効である。そしてこれに使用される送受信兼用光半導体素子（以後兼用素子と略する）としては、従来からひとつの活性層に順方向又は逆方向に時分割で信号電流又はバイアスをそれぞれ印加して発光素子又は光検知器として交

互に使用するものが知られている。しかしこの素子においては次のような2つの問題点があった。すなわちその1つは、発光中心波長より長い波長の光、即ち禁制帯幅より小さいエネルギーの光に対しては活性層の吸収係数は急速に小さくなり、光検知器としての感度が低下する。従って基本的に同じ発光波長の兼用素子を光ファイバの両端に接続するこの通信装置では、光検知器としての感度の低下のために生じる損失が40～50 dBにもなり、充分な感度が得られないことであり、第2の問題点は、兼用素子を発光ダイオードとして動作させている状態から光検知器として動作させるために、バイアス電圧を切り換える時切り換えに伴うスパイク電圧が発生して、受信回路や兼用素子に悪影響を与えたとともに、切り換えに要する時間だけ、兼用素子の非動作時間が生じ、使用効率が低下するということである。

従って本発明の目的は上記の欠点を改良し、光検知器としての感度が高く、しかもバイアスの切り換えに伴うスパイク電圧の発生や非動作時間発

生の問題が生じない兼用素子を備えた光通信装置を提供することにある。

本発明は以上の目的を達成するために、光を発生および検知を行なう半導体活性層を半導体基板上に厚さ方向に配置し、その際活性層の禁制帯幅を調整して内側の活性層の性能の低下を小さくするようにしたものである。

すなわち本発明によれば、少なくとも光の入出する部分が欠除^{（欠除）}じ^{（欠除）}第1の電極層との接続を有している第1導電形の第1の半導体層、前記部分を通して光を発生するための第1の禁制帯幅を有する発光活性層、少なくとも前記部分とは重ならない第2の電極層に接続を保つ第2導電形の中間の半導体層、禁制帯幅が前記第1の禁制帯幅より広い第2の禁制帯幅を有する光検知活性層、および第3の電極層に接続を保つ第1導電形の第2の半導体層を順に含み、而して前記第1導電形の第1および第2の半導体層のいずれか一方が基板の一部もしくは全部を形成するようにした送受信兼用光半導体素子と、前記第1の電極層と第2

の電極層の間に前記発光活性層に順方向にできるように信号電流を印加して光信号を前記部分から送出させる送信用電気回路と、前記第2の電極層および第3の電極層の間に前記受信用活性層に逆バイアスになるような電圧を印加して光検知器として動作させるが、前記発光活性層が前記信号電流を印加されている間は光検知器としての検知出力を発生しめないようにした受信用電気回路とを備えた送受信兼用光半導体素子を用いた光通信装置が得られる。

本発明において、以上のような構成になっているので、兼用素子の光検知器としての感度劣化が小さく、しかもバイアス切り換えに伴うスパイク電圧の悪影響や非動作時間帯のない送受信兼用光半導体素子を用いた光通信装置が得られる。

次に図面を参照してこの発明をさらに詳しく説明する。

第1図は本発明の第1の実施例を示す素子の断面図及び電気回路のブロック図である。n形のGaAs基板1上には液相成長法によってn形

Ga_{0.7}Al_{0.3}Asの第1層2、GaAsの第1の活性層3、p形Ga_{0.7}Al_{0.3}Asの第3層4、Ga_{0.85}Al_{0.15}Asの第2の活性層5、n形Ga_{0.7}Al_{0.3}Asの第5層6、p形Ga_{0.7}Al_{0.3}Asの第6層7を順に成長させてある。層の厚さは第1層2から順に3 μm、1 μm、2 μm、0.1 μm、2 μm、0.5 μmにした。なお2つの活性層3と5はn形でもp形でもよく、又それらの厚さも特に限定されない。たとえば第2の活性層5を極端に薄くしてもp形の第3層4とn形の第5層6の間のp-n接合層だけでも電圧印加により若干効率は低下するが光を生ずるからである。以上の成長後第6層7の上にはSiO₂膜（図示せず）をスパッタリング法で形成し、そのSiO₂膜に直径50 μmの丸い穴をエッチングによってあけ、その穴からSを拡散してp形の第6層7を一部n形に変えて拡散部8を形成した。次にこの拡散部8を中心にした直径約300 μmを台形状に残して、周辺部を第3層4の中間部までエッチングによって取除き、さらに前述のSiO₂膜もエッチングによって取除いた後第1、第2、第3の金属電極層9、

10, 11をそれぞれ蒸着した。第1の電極層9のうち拡散部8の上部に当る所は直径約 $40\mu\text{m}$ の径にエッチングによって取除き、送信光12, 13の入出力用の窓14とした。なお以上全体が兼用素子16を形成する。

第1と第2の電極層9と10はリード線17aと17bを介して送信電気回路18と結ばれており、第1の電極層9側が負になっている。第2の活性層5にはこの送信電気回路18から順方向に信号電流が注入されて発光し、送信光12が出力される。一方第2と第3の電極層10と11はリード線17bと17cを介して受信電気回路19と結ばれており、第3の電極層11側が正になっている。従って第1の活性層3は逆方向にバイアスされて光検知器として動作し、光ファイバ15からの受信光13を検知する。そして検知された信号は受信電気回路19で増幅され、その後種々の電気的処理を受けて受信信号となり利用される。

上記の兼用素子16は時分割に信号を双方向に伝送する装置に使用するものであるから、第1の

活性層3が相手側からの信号(受信光13)を受光中には送信電気回路18の入力信号は断の状態にあり、第2の活性層5は発光しないようになっている。また送信電気回路18に信号が入力されていて第2の活性層5が発光して送信光12を出力しているときには、相手側の信号(受信光13)は断の状態にあり、第1の活性層3には相手側の信号(受信光13)は入力されない。ただしこのとき第1の活性層3には自素子の第2の活性層5の発光信号が入力されるが、例えばこの信号は電気回路の論理操作等によって受信電気回路19からは出力されないようにしておく。

なお送信電気回路18及び受信電気回路19は既に一般的に利用されている電気回路を用いたものであるので詳述は省略する。

このようにして得られた送受信兼用光半導体素子を用いた光通信装置において、兼用素子16は第1と第2の活性層3と5が受光用と発光用に機能が分れているので、従来の素子のように印加電圧の極性を切り換える必要がなく、従ってこの切

り換え時に発生するスパイク電圧等が受信電気回路19や兼用素子16に悪影響を及ぼすことがなく、又非動作時間を作ることもない。

又第1と第2の活性層3と5の禁制帯幅はそれぞれ 1.38eV , 1.53eV であり、第2の活性層5の発光中心波長が 810nm 、第1の活性層3で吸収係数が急激に低下する波長が 900nm 以上になる。受信光13は第1の活性層3で大部分吸収され効率良く電気信号に変換される。そして第2の活性層5を $0.1\mu\text{m}$ と薄くすれば、受信光13のこの活性層での吸収は約20% (損失1dB)程度であり、残りは段とんとすてが第1の活性層3で吸収される。従って従来例に比べ受信感度を1.5倍以上高くすることができた。

更に上記に加えて、本発明においては第1、第2の活性層3, 5をそれぞれ受光、発光に最適ように設計できる。即ち、受光用の第1の活性層3は層厚を十分厚くし、しかも不純物濃度を低くして受光感度及び応答速度を高め、一方発光用の第2の活性層5は不純物濃度を高くして応答速度

を高めるよう個々に設計できるという新たな特徴も得られた。又、従来例のようにひとつの活性層にバイアス電圧が順方向、逆方向交互に加えられることがないので、素子の寿命に対する悪影響が小さくなる等の長所も得られた。

第2図は本発明の第2の実施例を示す素子の断面図及び電気回路のプロット図である。第2図において、n形のInP基板20上には液相成長法によって $\text{In}_{0.7}\text{Ga}_{0.5}\text{As}_{0.45}\text{P}_{0.57}$ の第1の活性層21, p形InPの第2層22, $\text{In}_{0.8}\text{Ga}_{0.2}\text{As}_{0.45}\text{P}_{0.55}$ の第2の活性層23, n形InPの第4層24, p形InPの第5層25を順に成長させてある。層厚は第1層21から順に $1.5\mu\text{m}$, $3\mu\text{m}$, $0.1\mu\text{m}$, $1\mu\text{m}$, $1\mu\text{m}$ とした。第1および第2の活性層がnであってもpであってもよいことは第1の実施例のとおりである。成長後第1の実施例の場合と同様な方法で8を拡散した拡散部26を形成した。又第2層22の中間部2にまで至る溝部27を拡散部26を中心として円環状にエッチングで形成した。又溝部27の外側は第2層22にまでZnを拡

散して第3～第5層23, 24, 25をすべて不純物高濃度なp形にし、低抵抗部28を形成した。その後第1, 第2, 第3の金属電極層9, 10, 11を蒸着し、第1の実施例と同様に送、受信光12, 13の出力用の窓14をエッチングで形成した。

第1の実施例と同様に第1と第2の電極層9と10はリード線17aと17bを介して送信電気回路18と結ばれており、第2の活性層23から信号光12を発光させる。又同様に第2, 第3の電極層10, 11はリード線17bと17cを介して受信電気回路19と結ばれており、第1の活性層21を受光素子として動作させている。

第2の活性層23は禁制帯幅が0.95 eVで発光波長は1.2 μm , 第1の活性層21は禁制帯幅が1.02 eVで感度は1.35 μm 以上の波長で急速に低下する。従って第1の活性層21は光ファイバ15からの中心波長1.2 μm の受信光を効率良く吸収し高い感度を示す。第2の実施例においても従来例に対する感度の改善量は約1.5倍であった。

27の外側に1つ同様な溝部を基板20に達する深さまで設ければ、すべての電極を素子の上面から取出することができる。更に又、窓14や溝部27等に SiO_2 等の1/4波長程度の薄膜を蒸着すれば、反射防止や保護に役立つ。その上面部27を作る代わりに、この部分にイオン打込み等によって高抵抗層を形成しても良い。なおこの光通信装置は一般にはデジタル信号を伝送するのに適しているが、アナログ信号を通すようにしても特に問題はない。

なお以上は基板としてn形の半導体を用いたが、この代りにp形のものを使ってもよい。但し他の半導体素子の導電形のpとnをすべて逆に考えてよい。

4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の第1の実施例を示す素子の断面図および電気回路のブロック図、第2図は本発明の第2の実施例を示す素子の断面図および電気回路のブロック図である。

記号の説明: 1はGaAs基板, 3はGaAs第1活性

層第2の実施例においても第1の実施例で述べた効果はすべて得られている。第2の実施例においては、発光波長が1.2 μm であって、シリカ光ファイバ15の伝送損失がより小さく、又低分散な領域の波長であるので、信号の伝送距離を長くできるという利点がある。

更に第2の実施例においては、InP基板20が送、受信光12, 13に対して透明であるので、第1, 第2の活性層21, 23の位置を入れ替えて基板20側の第3の金属電極層11に窓を設けて光ファイバと送、受信光を結合させても良い。

なお本発明によれば、以上の実施例の他にもいろいろな変形が考えられる。先の実施例ではGaAs/GaAlAsの組合せおよびInP/InGaAsPの組合せについて示したが、GaAs/GaAsSb, InP/InGaAs等の組合せを用いても良い。また光ファイバ15と素子素子16は直接近接させているが、間に球レンズや集束性光伝送体等の微小レンズを挿入すれば送信光12を更に効率良く光ファイバ14に結合させることができる。更に第2の実施例で、溝部

層, 4はp形のGa_{0.7}Al_{0.3}Asの第3層, 5はGa_{0.85}Al_{0.15}Asの第2の活性層, 8は拡散部, 9, 10, 11は金属電極部, 12は送信光, 13は受信光, 14は窓, 15は光ファイバ, 16は送受信兼用素子, 18は送信電気回路, 19は受信電気回路, 20はn形のInP基板, 21はIn_{0.7}Ga_{0.3}As_{0.45}P_{0.17}の第1の活性層, 22はp形のInPの第2層, 23はIn_{0.8}Ga_{0.2}As_{0.45}P_{0.55}の第2の活性層, 26は拡散部, 27は溝, 28は低抵抗部をそれぞれあらわしている。

